

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    1 月 2 2 日  
Date of Application:

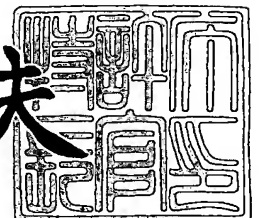
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 1 3 8 9 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 4 - 0 1 3 8 9 2 ]

出      願      人                      株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    3 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 0309893  
【提出日】 平成16年 1月22日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G03G 15/06  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内  
    【氏名】 青木 勝弘  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内  
    【氏名】 甲斐 創  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内  
    【氏名】 池口 弘  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006747  
    【氏名又は名称】 株式会社リコー  
    【代表者】 桜井 正光  
【代理人】  
    【識別番号】 100098626  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 黒田 壽  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 31176  
    【出願日】 平成15年 2月 7日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 47384  
    【出願日】 平成15年 2月25日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 000505  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9808923

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

潜像担持体上の潜像に現像装置から現像剤を供給して潜像を現像し画像を形成する画像形成方法において、

現像装置の現像剤担持体と現像剤搬送部材との間の現像剤供給領域に電界を形成して前記現像剤担持体上に現像剤の薄層を形成し、

該現像剤担持体上に形成した現像剤の薄層を前記潜像担持体と対向する現像領域に搬送して前記潜像を現像することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 の画像形成方法において、

前記現像剤担持体上に形成した現像剤の薄層を前記潜像担持体に接触させて前記潜像を現像することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 の画像形成方法において、

前記現像領域に交番電界を形成して現像剤担持体上の現像剤の薄層を前記潜像担持体に非接触で供給して前記潜像を現像することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 4】**

請求項 1、2 または 3 の画像形成方法において、

現像剤搬送部材が静電作用により現像剤を搬送して現像剤担持体に供給することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 5】**

請求項 1、2、3 または 4 の画像形成方法において、

前記現像剤搬送部材により現像剤が搬送される際の搬送部材と現像剤との摩擦により現像剤を帯電させることを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 6】**

請求項 5 の画像形成方法において、

前記現像剤搬送部材表面にシリコン系樹脂からなる保護層を設けたことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 7】**

請求項 4 の画像形成方法において、

前記現像剤担持体の表面移動速度  $V_d$  と前記現像剤搬送部材上の現像剤搬送速度  $V_s$  とが  $|V_s| > |V_d|$  の関係を満たすことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 8】**

請求項 1、2、3、4、5、6 または 7 の画像形成方法において、

現像剤担持体と現像剤搬送部材を非接触とし、両者間に交番電界を形成することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 9】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 の画像形成方法において、

現像剤収納部から粉体ポンプにより現像剤を現像剤搬送部材へ供給することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 10】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 または 9 の画像形成方法において、

、前記現像剤担持体の表面移動方向に関して、現像領域より下流で前記現像剤供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体上のトナーを回収する回収手段を設けたことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 11】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 の画像形成方法において、

前記現像剤担持体の表面移動方向に関して、前記現像領域より下流で前記トナー供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体の現像剤の帯電量を変化させる現像剤帯電量変更手段を設けたことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 12】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 または 9 の画像形成方法において、前記現像剤担持体上の表面移動方向に関して、前記現像領域より下流で前記現像剤供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体上の現像剤に電圧を印加する導電性部材を設けたことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 13】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 または 12 の画像形成方法において、  
前記現像剤として球形トナーを使用することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 14】**

請求項 13 の画像形成方法において、  
上記トナーとして円形度が 0.96 よりも大きいトナーを使用することを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 15】**

請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 または 14 の画像形成方法において、  
前記現像領域において前記現像剤担持体の表面移動方向と前記潜像担持体の表面移動方向とが順方向であり、前記現像剤搬送部材の電極ピッチ  $P$  と、前記現像剤搬送部材上のトナー搬送速度  $V_s$  と、前記現像剤担持体の表面移動速度  $V_d$  と、前記潜像担持体の表面移動速度  $V_p$  とが、 $P / ((V_d / V_p) * (V_s / V_d)) < 20 \mu m$  の関係を満たすことを特徴とする画像形成方法。

**【請求項 16】**

潜像担持体上の潜像に現像装置から現像剤を供給して潜像を現像し画像を形成する画像形成方法を用いて画像形成を行う画像形成装置において、

前記画像形成方法として、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14 または 15 の画像形成方法を用いて画像形成を行う画像形成装置。

**【請求項 17】**

請求項 16 の画像形成装置において、  
前記潜像担持体と、前記現像装置とを一体に支持し、画像形成装置本体に着脱自在であるプロセスカートリッジを用いたことを特徴とする画像形成装置。

**【請求項 18】**

潜像担持体と、少なくとも該潜像担持体上の潜像を現像してトナー像を形成する現像装置とを一体化して画像形成装置に対して着脱可能に構成したプロセスカートリッジにおいて、請求項 16 の画像形成装置に対して着脱可能に構成したことを特徴とするプロセスカートリッジ。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 画像形成装置及び画像形成方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子写真方式を利用した画像形成装置及び画像形成方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

電子写真方式を利用した画像形成装置、例えば複写機、ファクシミリ、プリンタ等の画像形成装置において、少なくともトナーを含有した乾式現像剤を用いる現像装置は周知である。従来の現像装置では、現像装置内で攪拌された現像剤を、現像ローラや現像スリーブ等の現像剤担持体の表面に担持し、薄層化ブレード等の薄層化部材によって均一に薄層化した後、静電潜像担持体である感光体に対向する現像領域まで搬送して、該感光体上の潜像を現像している。また、現像終了後、感光体に転移されなかったトナーは現像装置内に戻り、攪拌・帯電されて再び現像領域に搬送される。

**【0003】**

例えば、特許文献1に開示されている現像装置では、現像剤担持体としての現像スリーブ110にトナーを供給する部材として現像剤供給ローラ120を備え、また、薄層化部材として現像剤規制ローラ130を備えている（特許文献、図2参照）。このような構成においては、現像スリーブ110と規制ローラ130との当接部に現像剤を通過させることで、現像スリーブ110上のトナーを薄層化している。

**【0004】**

【特許文献1】 特開2002-148937号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、これらの現像装置では、薄層化ブレードや現像剤規制ローラ等の薄層化部材によってトナーは多大な機械的ストレスをうける。一般的に、トナーは母体樹脂の周りに流動性を付与するための無機物の外添剤を付着させており、上記機械的ストレスにより外添剤が母体樹脂に埋没してしまう。これによりトナーの流動性が低下して凝集することで、トナー帯電量が低下し、地汚れ、供給不良などの悪影響があらわれてくる。また、トナーの劣化が進みやすく、画像品質の経時安定化が困難である。

**【0006】**

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、現像剤中のトナーにかかる機械的ストレスを少なくすることができ、高品位な現像を長期に渡って安定しておこなうことができる画像形成方法および画像形成装置を提供するものである。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、潜像担持体上の潜像に現像装置から現像剤を供給して潜像を現像し画像を形成する画像形成方法において、現像装置の現像剤担持体と現像剤搬送部材との間の現像剤供給領域に電界を形成して前記現像剤担持体上に現像剤の薄層を形成し、該現像剤担持体上に形成した現像剤の薄層を前記潜像担持体に対向する現像領域に搬送して前記潜像を現像することを特徴とするものである。

また、請求項2の発明は、請求項1の画像形成方法において、前記現像剤担持体上に形成した現像剤の薄層を前記潜像担持体に接触させて前記潜像を現像することを特徴とするものである。

また、請求項3の発明は、請求項1の画像形成方法において、前記現像領域に交番電界を形成して現像剤担持体上の現像剤の薄層を前記潜像担持体に非接触で供給して前記潜像を現像することを特徴とするものである。

また、請求項4の発明は、請求項1、2または3の画像形成方法において、現像剤搬送

部材が静電作用により現像剤を搬送して現像剤担持体に供給することを特徴とするものである。

また、請求項5の発明は、請求項1、2、3または4の画像形成方法において、前記現像剤搬送部材により現像剤が搬送される際の搬送部材と現像剤との摩擦により現像剤を帯電させることを特徴とするものである。

また、請求項6の発明は、請求項5の画像形成方法において、前記現像剤搬送部材表面にシリコン系樹脂からなる保護層を設けたことを特徴とするものである。

また、請求項7の発明は、請求項4の画像形成方法において、前記現像剤担持体の表面移動速度  $V_d$  と前記現像剤搬送部材上の現像剤搬送速度  $V_s$  とが  $|V_s| > |V_d|$  の関係を満たすことを特徴とするものである。

また、請求項8の発明は、請求項1、2、3、4、5、6または7の画像形成方法において、現像剤担持体と現像剤搬送部材を非接触とし、両者間に交番電界を形成することを特徴とするものである。

また、請求項9の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7または8の画像形成方法において、現像剤収納部から粉体ポンプにより現像剤を現像剤搬送部材へ供給することを特徴とするものである。

また、請求項10の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9の画像形成方法において、前記現像剤担持体の表面移動方向に関して、現像領域より下流で前記現像剤供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体上のトナーを回収する回収手段を設けたことを特徴とするものである。

また、請求項11の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9または10の画像形成方法において、前記現像剤担持体の表面移動方向に関して、前記現像領域より下流で前記トナー供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体の現像剤の帯電量を変化させる現像剤帯電量変更手段を設けたことを特徴とするものである。

また、請求項12の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9の画像形成方法において、前記現像剤担持体上の表面移動方向に関して、前記現像領域より下流で前記現像剤供給領域よりも上流に、前記現像剤担持体上の現像剤に電圧を印加する導電性部材を設けたことを特徴とするものである。

また、請求項13の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11または12の画像形成方法において、前記現像剤として球形トナーを使用することを特徴とするものである。

また、請求項14の発明は、請求項13の画像形成方法において、上記トナーとして円形度が0.96よりも大きいトナーを使用することを特徴とするものである。

また、請求項15の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13または14の画像形成方法において、前記現像領域において前記現像剤担持体の表面移動方向と前記潜像担持体の表面移動方向とが順方向であり、前記現像剤搬送部材の電極ピッチ  $P$  と、前記現像剤搬送部材上のトナー搬送速度  $V_s$  と、前記現像剤担持体の表面移動速度  $V_d$  と、前記潜像担持体の表面移動速度  $V_p$  とが、 $P / ((V_d / V_p) * (V_s / V_d)) < 20 \mu m$  の関係を満たすことを特徴とするものである。

また、請求項16の発明は、潜像担持体上の潜像に現像装置から現像剤を供給して潜像を現像し画像を形成する画像形成方法を用いて画像形成を行う画像形成装置において、前記画像形成方法として、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14または15の画像形成方法を用いて画像形成を行う画像形成装置。

また、請求項17の発明は、請求項16の画像形成装置において、前記潜像担持体と、前記現像装置とを一体に支持し、画像形成装置本体に着脱自在であるプロセスカートリッジを用いたことを特徴とするものである。

また、請求項18の発明は、潜像担持体と、少なくとも該潜像担持体上の潜像を現像してトナー像を形成する現像装置とを一体化して画像形成装置に対して着脱可能に構成したプロセスカートリッジにおいて、請求項16の画像形成装置に対して着脱可能に構成したことを特徴とするものである。

**【発明の効果】****【0008】**

請求項1乃至18の発明によれば、現像装置の現像剤担持体と現像剤搬送部材との間に電界を形成している。これにより、帯電したトナーが電界により現像搬送部材と現像剤担持体との供給ギャップを飛翔して現像剤担持体上にトナーの薄層を均一に形成することができる。よって、従来の薄層化部材によるトナーの薄層形成に比べ、トナーに与える機械的なストレスを低減することができる。その結果、トナーの外添剤が母体樹脂に埋没してしまうことがなく、トナーの流動性が低下して凝集することがない。よって、経時でトナー帯電量が低下することがなく、画像品質の経時安定化が得られるという優れた効果がある。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0009】**

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明が適用される画像形成装置の一例である電子写真複写機の概略構成図である。本発明の実施形態として、以下に説明する。まず、図1を参照して、複写機全体の構成と動作について簡単に説明する。

**【0010】**

図1において、複写機本体のほぼ中央部には作像部1が位置している。複写機の右側面には、給紙カセット21、22及び給紙トレイ23を有する給紙部2が設けられている。また、装置上部には原稿読取部3が設けられている。

**【0011】**

原稿読取部3では、コンタクトガラス31上の原稿画像が光源により照明され、走査光学系によって原稿の読み取り走査が行われる。読み取られた原稿の画像情報は所定の画像処理部においてデジタル化され画像処理され、その画像処理された信号に基づいて光書き込み装置10が駆動される。

**【0012】**

作像部1では、潜像担持体の一例である感光体ドラム11（例えば有機感光体：OPC）の周囲に、帯電器、現像装置、転写装置、クリーニング装置、除電器等が配設されている。図において感光体ドラム11の右側にある現像装置12については後に詳述する。本例では、帯電器2と現像装置12の間が露光位置となっており、光書き込み装置10からの書き込み光が感光体ドラム11に照射される。

**【0013】**

感光体ドラム11の表面は帯電器によって所定の電位に均一に帯電される。その感光体ドラム11の帯電面は書き込み光によって露光され静電潜像が形成される。そして、現像装置12からトナーが付与されてトナー像が形成される。そのトナー像は転写装置によって、給紙部2から給送された記録紙上に転写される。さらに、トナー像が転写された記録紙は定着装置13へ送られ、トナー像が記録紙上に定着された後、図において装置左側面の排紙部へ排出される。また、感光体ドラム11上に残留したトナーはクリーニング装置により除去され、さらに感光体ドラム11上の残留電化が除電器によって消去され、感光体ドラム11は初期状態に戻される。

**【0014】**

感光体ドラム11は、実施例ではアルミ等の素管に感光性を有する無機又は有機感光体を塗布し、感光層を形成したものをを用いているが、厚みの比較的薄いポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ニッケル等に感光層を形成したベルト状感光体を使用することも可能である。また、本例では感光体帯電極性を負極性としているが、トナーの帯電極性等との関係を考慮し必要に応じて正極性としてもよい。なお、本実施例では、感光体ドラム11の直径は50mmであり、線速200mm/secで回転駆動している。

**【0015】**

現像装置は、現像ローラを感光体ドラムに対して接触させる接触現像と、間隙をあけて

対向させる非接触現像のいずれかを採用する。非接触現像では、高画質化のため現像領域に交番電界を形成しているものが多く、この交番電界の作用により現像ローラ上の薄層ムラは画像上で目立たなくすることができる。一方、接触現像では、直流電界でも潜像に対して忠実な現像が行えるため直流電界のみを使用するものが多い。以下に接触現像を行う実施例 1 について説明する。

#### 【0016】

##### [実施例 1]

図 2 に示すように、現像装置 12 は、現像ローラ 121、静電搬送部材 122、供給ローラ 123 等を備えている。ホッパ 124 内にはトナー T が充填されており、トナーを攪拌するとともに供給ローラ 123 方向へトナーを送るアジテータ 125 が設けられている。ホッパ 124 内には静電搬送部材 122 の一方側の端部が挿入されている。その静電搬送部材 122 の端部付近の上面に接するように供給ローラ 123 が配置されており、供給ローラ 123 の回転によりトナーが静電搬送部材 122 に供給される。そのトナーは後述する静電搬送のメカニズムにより現像ローラ 121 へ向けて搬送され、静電搬送部材 122 の反対側の端部から現像ローラ 121 へ供給される。トナーは、電界の働きによって静電搬送部材 122 上を搬送されるときに摩擦によって帯電し（本例では負極性）、その帯電したトナーが電界の作用によって現像ローラ 121 上で薄層を形成する。したがって、本例においてはドクターブレードや規制ローラ等の層厚規制部材は必要ではなく設けられていない。なお、トナーは一成分非磁性トナーを使用している。

#### 【0017】

供給ローラ 123 は発泡ポリウレタン等の材料で形成され、実施例 1 では直径 14 mm、硬度は JIS A で 20° で、当接の喰い込み量は 0.3 mm である。従来の 1 成分現像装置で用いられるトナー（現像剤）供給ローラは現像ローラに対して 1 mm 程度の喰い込み量である。従来の装置ではトナー供給ローラはトナーを帯電させる機能を果たしているが、本例においては供給ローラ 123 がトナーを帯電させる機能はほとんど必要ではなく、ここでの帯電量はほんの少し、数値にして  $-1 \mu\text{C/g}$  程度で良い。

#### 【0018】

平板状に形成された静電搬送部材 122 は、基体上に、絶縁体からなる固定子 165 とこれに埋め込まれた複数の電極 164 とからなる静電アクチュエータ部材を有している（図 3 参照）。上記複数の電極（以下、駆動電極という）164 は、図 2 及び図 3 において図面と垂直な方向に細長い帯状をしており、隣合う電極同士が、互いに異なる第 1～第 3 の電極端子 164a、164b、164c のいずれかに接続されて、3 つの駆動電極群を形成している。そして、これらの電極端子 164a、164b、164c に後述するように電圧を印加することにより、トナーの電荷と固定子の電荷の相互作用で駆動力を発生させてトナーを搬送する。

#### 【0019】

図 3 を用いて静電搬送部材 122 における静電アクチュエータ部材によるトナー搬送の動作原理について説明する。なお、図 3 では、搬送方向は右方向であり、図 2 では左方向である。また、本実施例では上述したようにトナー帯電極性はマイナスであるが、図 3 の動作原理ではトナー帯電極性を正極性（プラス）として説明している。

#### 【0020】

図 3 (a) のように、いずれの電極端子 164a、164b、164c にも電圧をかけていない状態では、駆動電極 164 には電荷は存在しない。一方、トナーは供給ローラ 123 によって僅かに帯電されているが、固定子側には電荷がないので駆動電極 164 によっては何ら支配されず、トナーの搬送は行われない状態である。このとき、トナーは静電搬送部材 122 上に浮遊もしくは何らかの力によって固定子上に付着している。

#### 【0021】

この状態から、図 3 (b) に示すように、第 1 電極端子 164a に正電圧、第 2 電極端子 164b に負電圧、第 3 電極端子 164c に 0 V を印加する。すると、トナーは、その帯電極性と逆の極性の電圧が印加されている駆動電極に引きつけられる。つまり、 $-V$  が



印加されている駆動電極 164 上の静電搬送部材表面にトナーが付着する。このとき、トナーと同極性である +V の電圧が印加されている駆動電極 164 及び印加電圧をかけない駆動電極 164 上にはトナーが引き付けられることはない。

#### 【0022】

次に、各印加電圧を図 3 (c) のように、付着しているトナーの下方にある第 2 駆動電極群にトナーと同極性である +V を、該第 2 駆動電極のトナー搬送方向（この例では右側）隣りである第 3 電極群にトナーと逆極性である -V を、そして、該第 2 駆動電極のトナー搬送方向とは逆隣りである第 1 駆動電極群にトナーと同極性である +V を印加するように切り替える。これにより、トナーの電荷とその直下の駆動電極の電荷とが同極性となるために、反発力が発生してトナーに対し浮上力が発生し、トナー搬送方向の第 3 の駆動電極群は 0 から -V と変化してトナーと逆極性になっているので、該第 3 駆動電極群の電荷はその左上のトナーを吸引する。また、トナー搬送方向と逆の第 1 駆動電極群の電荷はトナーと同極性になっているので、その右上のトナーを反発して、トナーには右方向の駆動力が発生する。浮上力によりトナーと静電搬送部材 122 表面との摩擦が減少し、電荷による駆動力によりトナーは駆動電極 1 ピッチ程度移動する。

#### 【0023】

次に、このトナーの反発と駆動を行うパターンの電圧（図 3 (c)、図 3 (d)）を、1 つずらす為に、図 3 (e) 及び (f) のように各印加電圧を切り替える。以降、同様に、駆動電極を 1 つずつずらしながら印加することにより、トナーを続けて動かす。なお、例えば図 3 (c) で、第 3 の駆動電極群への印加電圧を正にし、且つ、第 1 の駆動電極群を負にすれば逆方向に駆動できる。

#### 【0024】

実施例 1 の構成において、トナーホッパー 124 内のトナーはアジテータ 125 によって供給ローラ 123 へ供給された後、供給ローラ 123 によって静電搬送部材 122 に供給され、静電搬送部材 122 によって搬送されながら（トナーが電界で動くときの摩擦によって）帯電し、現像ローラ 121 表面に供給される。現像ローラ 121（現像剤担持体）と静電搬送部材 122（現像剤搬送部材）の間には電界が形成されており、静電搬送部材 122 から現像ローラ 121 へのトナー供給は電界の作用によって行われる。本例では非接触で供給が行われるものとする。供給ギャップ（図 2 参照）は 0.1 ~ 0.6 mm が適当で、それより狭いと接触供給となる。また、供給ギャップが 0.6 mm を超えると、供給電位差が 1 kV を超えることとなり、放電等の可能性がでてくる。そうになると電界が形成できないので、所望の量のトナーを供給することができなくなってしまう。なお、現像ローラ 121 に交番電圧を印加して、現像ローラ 121 と静電搬送部材 122 の間に交变电界を形成するようにしても良い。交变电界を形成することで確実に現像ローラに所望の量のトナーを供給することができる。

#### 【0025】

実施例 1 においては、静電搬送部材 122 の表面はトナーを負極性（-）に帯電させる材料、例えば、シリコン、アクリル、ポリウレタン等の樹脂やゴムなどで構成されている。この静電搬送部材 122 によって搬送されながらトナーは帯電するが、その際、図 4 に示すように、搬送距離によってトナー帯電量が増加する。そして、所定の距離を移動して静電搬送部材 122 の端部に達したトナーは現像ローラ 121 に供給される。

#### 【0026】

現像ローラ 121 に供給されて担持されたトナーは、現像ローラ 121 の回転により感光体ドラム 11 と現像ローラ 121 が対向する現像領域に搬送され、感光体ドラム 11 上の静電潜像に付与されて潜像を可視化する。感光体ドラムに付着しなかったトナーは再び現像装置 12 内に戻る。なお、本実施例では、現像ローラ 121 表面上のトナー層を感光体ドラム 11 の表面に接触させながら現像を行う接触現像である。

#### 【0027】

このように、実施例 1 においては、帯電したトナーが電界の作用によって現像ローラ 121 上で均一な薄層を形成するので、従来の現像装置における薄層化部材のような機械的

なストレスを受けることがない。よって、トナーの外添剤が母体樹脂に埋没してしまうことがなく、トナーの流動性が低下して凝集することがない。その結果、経時でトナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れ等の画像品質の劣化が長期に渡り抑制することができる。

#### 【0028】

また、従来の現像ローラ上のトナーは、供給ローラと現像スリーブとが接触するニップ内でスリーブ表面に擦りつけられて摩擦帯電されている。このような摩擦帯電によりトナーは大きな機械的ストレスを受けるようになり、トナーの外添剤が母体樹脂に埋没してしまいトナーの流動性が低下して凝集する。その結果、経時でトナー凝集による帯電量低下して地汚れ等の画像品質の劣化やトナーの供給不良等の悪影響が現れる。しかし、実施例1においては、現像装置内でトナーは電界の働きによって静電搬送部材122上を搬送されるときに静電搬送部材との摩擦によって帯電されている。よって、従来の現像装置のようにトナーの摩擦帯電時に機械的なストレスを受けることがなく、トナーの流動性低下を防止することができる。よって、トナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れやトナーの供給不良等を防ぐことができる。また、静電搬送部材122上を搬送されながらトナーが帯電されることにより、全てのトナーを均一に帯電させることができる。よって、電界の作用のみで現像ローラへ薄層を形成する場合でも、均一にトナーを現像ローラ上で薄層化することができる、高画質を得ることができる。

#### 【0029】

また、静電搬送部材122と現像ローラ121が非接触であるため、両者の機械的な劣化を低減させることができ、長寿命化を図ることができる。

#### 【0030】

ところで、実施例1の画像形成装置では、潜像担持体としてアルミ素管をベースとした剛体の感光体ドラムを用いているので、現像ローラ121としてはゴム材料が好適であり、その硬度は10～70°（JIS A）の範囲が良好である。また、現像ローラ121の直径は10～30mmが好適である。本実施例では16mm径の現像ローラを用いた。また、現像ローラ121の表面は適宜な方法により、R<sub>z</sub>（十点平均粗さ）1～4μmにあらしてある。この表面粗さR<sub>z</sub>の範囲は、トナー：Tの体積平均粒径の13～80%となり、現像ローラ121の表面に埋没することなくトナーが搬送される範囲である。現像ローラ121のゴム材料として使用できるものとしては、シリコン、ブタジエン、NBR、ヒドリン、EPDM等を挙げることができる。

#### 【0031】

なお、いわゆるベルト感光体を使用した場合には現像ローラの硬度は低くする必要がないので、金属ローラ等も使用可能である。また、上記現像ローラ121の表面には、経時品質を安定化させるために適宜コート材料を被覆することが有効である。また、本発明における現像ローラ（現像剤担持体）の機能はトナー（現像剤）を担持するためだけのものであり、従来の一成分現像装置のようにトナーと現像ローラとの摩擦帯電によるトナーへの帯電電荷付与の必要がないため、現像ローラ121は電気抵抗、表面性、硬度と寸法精度を満たせば良く、材料の選択幅は格段に広がることとなる。また、従来の二成分現像装置のように磁石ローラを内蔵させる必要もなく、現像ローラ構成を簡単なものとすることができる。

#### 【0032】

そして、現像ローラ121の表面をコートする材料はトナーと逆極性に帯電するものが良い。コート材としては、シリコン、アクリル、ポリウレタン等の樹脂や、ゴムを含有する材料を挙げることができる。これに導電性を持たせるために適宜カーボンブラック等の導電性材料を含有させることが多い。さらに、均一に現像ローラにコートできるように、他の樹脂を混ぜ合わせることもある。電気抵抗に関してはコート層を含めて現像ローラ121の体積抵抗率を設定するもので、 $10^3 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ に設定できるようにベース層の抵抗と調整を行う。本実施例で使用する現像ローラベース層の体積抵抗率は $10^3 \sim 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ なので、現像ローラ表層の体積抵抗率は少し高めに設定することがある。

## 【0033】

上記現像ローラ 121 の表面部の体積抵抗率の測定方法について図 5 を参照して説明する。まず、測定対象の現像ローラ 121 を、接地された導電性のベース板 300 上にセットし、現像ローラ 121 の芯金（回転軸）121a の両端にそれぞれに  $F = 4.9 \text{ N}$ （ $= 500 \text{ gf}$ ）の荷重をかけ、全体で  $F = 9.8 \text{ N}$ （ $1 \text{ kgf}$ ）の荷重をかける。これにより、同図（b）に示すようにベース板 300 との間にニップ W を形成する。現像ローラ 121 の芯金 121a には、電流計 301 を介して直流電源 302 を接続する。そして、直流電圧  $V$ （ $= 1 \text{ V}$ ）を印加し、そのときの電流値  $I$  [A] を読み取る。この印加電圧値  $V$  [V] 及び電流値  $I$  [A] の測定値と、各種寸法  $L1$  [cm]、 $L2$  [cm] 及び  $W$  [cm] の測定値とを用いて、次式により現像ローラ 121 の弾性層 121b の体積抵抗率： $\rho_v$  を求める。

## 【0034】

## 【数 1】

$$\rho_v = \frac{V}{I} \cdot \frac{L1 \times W}{L2}$$

## 【0035】

また、上記現像ローラ 121 のコート層の厚みは  $5 \sim 50 \mu\text{m}$  の範囲が良好で、 $50 \mu\text{m}$  を超えるとコート層の硬度とベース層の硬度差が大きい場合で応力が発生した時にひび割れ等の不具合が生じやすくなる。また  $5 \mu\text{m}$  を下回ると表面磨耗が進んだときにベース層の露出が発生してトナーが付着しやすくなる。

## 【0036】

現像剤としてのトナーは、ポリエステル、ポリオール、スチレンアクリル等の樹脂に帯電制御剤（CCA）及び色剤を混合したものであり、その周りにシリカ、酸化チタン等の外添剤を添加することで流動性を高めている。添加剤の粒径は通常  $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$  の範囲である。色剤としてはカーボンブラック、フタロシアニンブルー、キナクリドン、カーミン等を挙げることができる。トナーは更に場合によってはワックス等を分散混合させた母体トナーに上記種類の添加剤を外添しているものを使用することもできる。

## 【0037】

トナーの体積平均粒径は  $3 \sim 12 \mu\text{m}$  の範囲が好適である。本実施例で用いたトナー：T の体積平均粒径は  $7 \mu\text{m}$  であり、 $1200 \text{ dpi}$  以上の高解像度の画像にも十分対応することが可能である。

## 【0038】

また、実施例 1 では、帯電極性が負極性のトナーを使用しているが、感光体の帯電極性などに応じて帯電極性が正極性のトナーを使用してもよい。

## 【0039】

## [実施例 2]

次に、現像ローラ 121 と感光体ドラム 11 とが現像ローラ上のトナー層の厚みよりも大きな間隔をおいて対向し、非接触現像を行う実施例 2 について説明する。

## 【0040】

図 6 は実施例 2 を示す現像装置付近の概略構成図である。この図に示すように、本実施例においては、現像装置 12B に粉体ポンプ 40 が付設されており、この粉体ポンプ 40 によって現像装置とは別個に設けられたトナーカートリッジ 50 内に収納されたトナー：T が現像装置 12B 内に補給される。トナーカートリッジ 50 内のトナーはエアポンプ 51 からのエアによって流動化され、粉体ポンプ 40 の吸引圧によってトナー搬送チューブ 52 を通って現像装置 12B に供給される。なお、本実施例では球形トナーを用いている。

## 【0041】

現像装置 12B は、図 2 に示した現像装置 12 と同様に現像ローラ 121、静電搬送部材 122 及び供給ローラ 123 を備えているが、ホッパ 124、アジテータ 125 は有し

ていない。図6において、粉体ポンプ40から供給ローラ123部にトナーが供給され、そのトナーは静電搬送のメカニズムにより現像ローラ121へ向けて搬送される。

#### 【0042】

実施例2では、粉体ポンプ40によってトナーがあらかじめ帯電されており、静電搬送部材122Bはその表層部材が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の低抵抗に構成されている。なお、静電搬送部材122Bと現像ローラ121が供給ギャップを有する非接触に設けられていること、および、帯電したトナーが電界の作用によって現像ローラ121上で薄層を形成することは前記実施例の場合と同様である。本例の現像装置12Bにおいても、現像ローラに圧接されるトナー供給ローラ及びドクターブレードや規制ローラ等の層厚規制部材は必要ではなく、設けられていない。また、現像ローラに磁石ローラも必要ではない。

#### 【0043】

図7に示すように、粉体ポンプ40は、金属などの剛性をもつ材料で偏芯したスクリュウ形状に作られたロータ41と、ゴム等の弾性体で内側に2条スクリュウ形状に作られ固定されて設置されるステータ42と、これらを包みかつ粉体の搬送路を形成する樹脂材料等から作られたホルダ43とを有している。上記ロータ41は、ピン継ぎ手により連結された駆動軸41aに固定された歯車44（図示せず）を介して回転駆動される。

#### 【0044】

このような構成の粉体ポンプ40において、ステータ42の内面もしくはロータ41の表面にトナーを帯電させる材料を塗布することで、トナーが供給ローラ123に達する時にトナーは帯電している。粉体ポンプ40による搬送距離とトナーの帯電量には図8に示すような関係があり、搬送距離が長くなるほどトナーは飽和帯電量に近づく。そして、静電搬送部材122B上に供給されたトナーは、実施例1と同様に静電搬送部材122B上を搬送される際に静電搬送部材表面と摩擦することで更に帯電量が増加する。

#### 【0045】

ここで、静電搬送部材122B表層の体積固有抵抗を $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることで、帯電電化をリークさせることができ、経時に渡ってもトナー帯電量の低下が見られず、帯電能力を維持することが出来る。また抵抗が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ を越えると静電搬送部材122Bがチャージアップしてしまい、帯電能力が低下する。

#### 【0046】

図9は実施例2における画像形成枚数とトナー帯電量の関係を示したものである。静電搬送部材122B表層の体積固有抵抗が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ では5千枚を越えても変化がないが、 $10^6 \cdot 5 \Omega \cdot \text{cm}$ では5千枚を越えると帯電量が低下する傾向にある。

#### 【0047】

次に、実施例2で使用されるトナーであるが、トナーの形状係数を次のように規定したものである。トナー粒子の平均径による面積に対して投影面積の比率が90%以上のものとした。通常の粉碎トナーでは90%よりも小さい。この形状係数0.9（90%）以上のトナーは特に転写効率が低い。これらのトナーは重合法（乳化、懸濁、分散）等で制作されることが多い。また、トナー径を均一に作ることも可能である。本実施例では重合法で制作したトナー平均粒径 $6 \mu\text{m}$ 、メイン樹脂はポリエステル、添加剤はシリカ、チタンを外添している。形状係数は0.96である。比較例として従来の粉碎法で作られたトナーは同じく平均粒径 $6 \mu\text{m}$ 、メイン樹脂はポリエステル、添加剤はシリカ、チタンを外添しているものと比較した。ただし形状係数は0.85である。両トナーを用いて現像ローラ121上に形成されるトナー層の違いを観察してみた。キーエンス社製表面形状顕微鏡（VF-7000）を用いて表面を走査し凹凸状態からトナー層としての充填率を計算した。トナー層の一番高いところを層厚（100%）として高さ分布の積分値から実施例2では75%、比較例では45%であり、画像品質は実施例が比較例を大きく上回った。

#### 【0048】

現像ローラ121と感光体11との関係であるが、本実施形態では両者の間にギャップをもって対向している状態としている。ギャップは0.2mm～0.6mmである。感光体11と現像ローラ121の回転線速比は1で、現像バイアスとして交番電界を現像ロー

ラ 121 に印加している。その現像電界としては、DC バイアスに交番電界を重畳したものである。本実施例では DC バイアスをベースに  $\pm 500 \sim 1000$  V の振幅を持ったサイン波もしくは矩形波の交番電圧を印加して現像効率を得ている。このようにすることにより、感光体と現像ローラの接触を無くせるので、両部材及びトナーが機械的な障害を受けにくくなる。

#### 【0049】

この実施例 2 においては、トナーは粉体ポンプ 40 によって帯電され、また、その帯電したトナーが電界の作用によって現像ローラ 121 上で薄層を形成するので、従来の現像装置におけるような機械的なストレス（予備帯電時及び層厚規制時のストレス）を受けることがなく、トナー（現像剤）の流動性低下を防止することができ、トナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れやトナーの供給不良等を防ぐことができる。また、トナーの長寿命化を図ることもできる。

#### 【0050】

さらに、実施例 2 においても、電界により現像ローラ上にトナー薄層が形成されるので、均一なトナー薄層を形成することができ、高画質を得ることができる。また、静電搬送部材 122 と現像ローラ 121 が非接触であるため、両者の機械的な劣化を低減させることができ、長寿命化を図ることができる。

#### 【0051】

##### [実施例 3]

ところで、現像領域通過後の現像ローラ表面には、トナーが消費されたトナーの消費部分とトナーが消費されずにそのままトナー薄層が残ったトナーの未消費部分とが存在する。このような状態の現像ローラ 40 が、トナー供給領域まで達すると、静電搬送部材 122 上からトナーを供給されるが、現像ローラ 121 上のトナーの消費部分と未消費部分におけるトナー付着量の差を解消することは困難である。このトナー付着量が異なる部分が現像ローラ 121 表面上に存在したままでは、次に感光体ドラム 11 と対向する現像領域において現像する時に、濃度ムラ、残像等の異常画像を発生させてしまう。さらに、現像ローラ 121 を感光体ドラム 11 に対して接触させる接触現像の場合、非接触現像に較べ現像ローラ 121 上の薄層ムラの影響を受けやすい。

#### 【0052】

そこで、図 10 に示す、実施例 3 の現像装置 122C においては、現像ローラ 121 の回転方向に関して、現像領域より下流でトナー供給領域よりも上流に、現像ローラ 121 上に残ったトナーを回収する回収手段として現像ローラ 121 に当接する回収ローラ 126 を設けた。これにより、現像ローラ 121 上は余剰トナーを回収した後、トナー供給領域に達するようにすることができる。回収ローラ 126 の回転速度は現像ローラ 121 と同等かそれ以上とすることで効率のよい回収が行える。

#### 【0053】

回収ローラ 126 としては、導電性の芯金に表面コート層を設けたものを用いた。表面コート層の材料としては、シリコン、アクリル、ポリウレタン等の樹脂を挙げることができる。また、ゴムを含有する材料にフッ素を含んだいわゆるテフロン（登録商標）系材料をコートしたものが挙げられる。フッ素を含んだテフロン系材料は表面エネルギーが低く、離型性に優れるため経時におけるトナーフィリングが発生しにくく、長期に渡って安定した機能が得られる。上記表面コート層の一般的な樹脂材料としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレンパーフルオロアルキルビニルエーテル（PFA）、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン重合体（FEP）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体（ETFE）、クロロトリフルオロエチレン・エチレン共重合体（ECTFE）、ポリビニリデンフルオライド（PVDF）、ポリビニルフルオライド（PVF）等を挙げることができる。これに導電性を得るために適宜カーボンブラック等の導電性材料を含有させることが多い。

#### 【0054】

さらに、回収ローラ 126 を導電性にして回収ローラ 126 に現像ローラ 121 上のトナー T に回収バイアスを印加して、回収効率を向上させることもできる。また、非画像形成時に定期的に回収ローラ 126 に回収バイアスとは逆極性のバイアスを印加して回収したトナーを回収ローラ 126 から引き剥がし回収ローラ 126 を初期化することもできる。

#### 【0055】

このように、現像ローラ 121 上の未消費トナーは回収される。そして、トナー供給領域に到達したとき、上記トナーが回収された現像ローラ 121 の表面には、トナー供給領域に形成されるトナー供給用電界により、静電搬送部材 122C 上から所定の帯電極性に帯電されたトナー T が移動して供給される。この静電搬送部材 122C から新しく供給された現像ローラ 121 上のトナーが現像領域に搬送され、感光体ドラム 11 上の静電潜像の現像に用いられる。従って、現像領域通過後の現像ローラ 121 の表面に生じたトナー付着量のムラに起因した濃度ムラ、残像等の異常画像を防止することができる。

#### 【0056】

次に実施例 3 のトナーを静電作用により搬送する静電搬送部材 122C について説明する。図 11 に静電搬送部材 122C の概略断面説明図、図 12 に平面説明図を示す。静電搬送部材 122C は、ベース基板 101 上に複数の電極 102 を 3 本 1 セットとして、トナー移動方向（矢印 c 方向）に沿って所要の間隔で配置する。この電極 102 上の表面を覆う無機又は有機の絶縁性材料で形成した表面保護層 103 を形成している。この表面保護膜 102 の表面がトナーの搬送面となる。ここで、ベース基板 101 としては、ガラス基板、樹脂基板或いはセラミックス基板等の絶縁性材料からなる基板を用いることができる。また、SUS などの導電性材料からなる基板に  $\text{SiO}_2$  等の絶縁膜を成膜したもの、ポリイミドフィルムなどのフレキシブルに変形可能な材料からなる基板なども用いることができる。電極 102 は、ベース基板 101 上に Au、Al、Ni-Cr 等の導電性材料を  $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$  厚、好ましくは  $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$  で成膜し、これをフォトリソ技術等を用いて所要の電極形状にパターン化して形成している。これら複数の電極 102 の粉体進行方向における幅 L は移動させる粉体の平均粒径の 1 倍以上 20 倍以下とし、かつ、電極 102 の粉体進行方向の間隔 R も移動させる粉体の平均粒径の 1 倍以上 20 倍以下としている。表面保護層 103 としては、例えば  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{TiO}_4$ 、 $\text{SiON}$ 、BN、 $\text{TiN}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  などの無機材料やシリコン系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂などの有機系絶縁材料を厚さ  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは厚さ  $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$  で成膜して形成している。特に、表面保護膜 103 としてシリコン系の樹脂を用いると、トナーが静電搬送部材 122C 上を搬送される際に保護膜表面 103 との接触により摩擦帯電しやすくなり、十分なトナーの帯電が行える。本実施形態の現像装置では、静電搬送部材 122C 上に供給された時の帯電量が  $-0.1 \text{ fC}/\mu\text{m}$  以下のトナーであっても、現像ローラ 121 に飛翔する際には現像に好適な  $-0.2 \sim -0.3 \text{ fC}/\mu\text{m}$  の帯電量に達するようになった。また、この静電搬送部材 122C の各電極間 102 にトナー搬送するための進行波電界を発生させるために、各電極 102 に n 相の電位を印加する図示しない電源を備えている。

#### 【0057】

次に、実施例 3 の構成の静電搬送部材 122C におけるトナーの静電搬送のメカニズムについて図 13、図 14 に基づき説明する。静電搬送部材 122C の複数の電極 102 に対して n 相の駆動波形を印加することにより、複数の電極 102 によって移相電界（進行波電界）が発生させる。この電界により静電搬送部材 122C 上の帯電したトナーは反発力及び／又は吸引力を受けて移送方向にホッピングと搬送を含んで移動する。例えば、静電搬送部材 122C の複数の電極 102 に対して図 4 に示すようにグラウンド G と正の電圧 + との間で変化する 3 相のパルス状駆動波形 A（A 相）、B（B 相）、C（C 相）を、タイミングをずらして印加する。このとき、図 14 に示すように、静電搬送部材 122C 上に負帯電トナー T があり、静電搬送部材の連続した複数の電極 102 に同図に丸 1 で示すようにそれぞれ「G」、「G」、「+」、「G」、「G」が印加されたとすると、負帯電

トナーTは「+」の電極102上に位置する。次のタイミングで複数の電極102には丸2に示すようにそれぞれ「+」、「G」、「G」、「+」、「G」が印加され、負帯電トナーTには同図で左側の「G」の電極102との間で反発力が、右側の「+」の電極102との間で吸引力がそれぞれ作用するので、負帯電トナーTは「+」の電極102側に移動する。さらに、次のタイミングで複数の電極102には丸3に示すようにそれぞれ「G」、「+」、「G」、「G」、「+」が印加され、負帯電トナーTには同様に反発力と吸引力がそれぞれ作用するので、負帯電トナーTは更に「+」の電極102側に移動する。

#### 【0058】

次に、ホッピングを行うための静電搬送部材122Cの複数の電極102の幅（電極幅）L及び電極間隔R、並びに表面保護層103について説明する。静電搬送部材122Cにおける電極幅Lと電極間隔Rはトナーの搬送効率、ホッピング効率に大きく影響する。すなわち、電極102と電極102の間にあるトナーはほぼ水平方向の電界により、部材表面を隣接する電極102まで移動する。これに対して、電極102上に乗っているトナーは、少なくとも垂直方向の成分も持った初速が与えられることから、多くは部材表面から離れて飛翔する。特に、電極端面付近にあるトナーは、隣接電極を飛び越えて移動するため、電極幅Lが広い場合には、その電極102上に乗っているトナーの数が多くなり、移動距離の大きいトナーが増えて搬送効率が上がる。ただし、電極幅Lが広すぎると、電極中央付近の電界強度が低下するためにトナーが電極に付着し、搬送効率が低下することになる。そこで、本発明者らは鋭意研究した結果、低電圧で効率よく粉体を搬送、ホッピングするための適正な電極幅があることを見出した。

#### 【0059】

また、電極間隔Rは、距離と印加電圧の関係から電極間の電界強度を決定し、間隔Rが狭い程電界強度は当然強く、搬送、ホッピングの初速が得られやすい。しかし、電極102から電極102へ移動するようなトナーについては、一回の移動距離が短くなり、駆動周波数を高くしないと移動効率が上がらないことになる。これについても、本発明者らは鋭意研究した結果、低電圧で効率よく粉体を搬送、ホッピングするための適正な電極間隔があることを見出した。

#### 【0060】

さらに、電極表面を覆う表面保護層の厚さも電極表面の電界強度に影響を与え、特に垂直方向成分の電気力線への影響が大きく、ホッピングの効率を決定することをも見出した。そこで、搬送基板の電極幅L、電極間隔R、表面保護層厚さの関係を適正に設定することによって、電極表面でのトナー吸着問題を解決し、低電圧で効率的な移動を行うことができる。

#### 【0061】

図15に電極幅L、電極間隔Rと飛翔にかかわるY方向電界の説明図をしめす。電極幅Lについては、電極幅Lをトナー径（粉体径）の1倍としたときは、最低1個のトナーを乗せて搬送とホッピングとをするための幅寸法であり、これより狭いとトナーに作用する電界が少なくなり、搬送力、飛翔力が低下して実用上は十分でない。また、電極幅Lが広くなるに従って、特に、電極上面中央付近で、電気力線が進行方向（水平方向）に傾斜し、垂直方向の電界の弱い領域が発生し、ホッピングの発生力が小さくなる。電極幅Lがあまり広くなると、極端な場合、トナーの帯電電荷に応じた鏡像力、ファンデルワールス力、水分等による吸着力が勝り、トナーの堆積が発生することがある。そして、搬送及びホッピングの効率から、電極の上にトナー20個程度が乗る幅であれば吸着が発生しにくく、100V程度の低電圧の駆動波形で効率良く搬送、ホッピングの動作が可能である。一方、それ以上広いと部分的に吸着が発生する領域が生じる。具体的には、トナーの平均粒径を $5\mu\text{m}$ とすると、 $5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ までの範囲に相当する。

#### 【0062】

また、駆動波形による印加電圧を100V以下の低電圧でより効率的に駆動するため、電極幅Lのより好ましい範囲は、粉体の平均粒径の2倍以上～10倍以下である。電極幅Lをこの範囲内とすることで、電極表面中央付近の電界強度の低下が1/3以下に抑えら



れ、ホッピングの効率低下は10%以下となって、効率の大幅な低下をきたすことがなくなる。具体的には、トナーの平均粒径を $5\mu\text{m}$ とすると、 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の範囲に相当する。より好ましくは、電極幅Lは、粉体平均粒径の2倍以上～6倍以下の範囲である。これは、トナーの平均粒径を $5\mu\text{m}$ とすると、 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ に相当する範囲であり、非常に効率が良くなることが確認された。

#### 【0063】

トナー供給領域においては、この進行波電界を発生させるために静電搬送部材122Cに印加する電位はトナーが現像ローラ121に向かう方向となっている。また、現像ローラ121と静電搬送部材122Cとのギャップに応じて静電搬送部材122Cに異なるバイアス電圧を印加すればよい。さらに、現像ローラ121と静電搬送部材122Cとのギャップはトナー供給領域と供給領域通過後の領域で略同じであることが好ましい。具体的には、静電搬送部材122Cが湾曲面を形成しており、この湾曲面を供給領域通過後の領域とし、湾曲面と現像ローラとのギャップが現像ローラ121の移動方向下流側ほど広がっていることが好ましい。負帯電トナーを用いる場合には、静電搬送部材122Cの電極102に対して、トナー供給領域では $0\sim -V_1$ の電圧が、トナー供給領域通過後の領域では $0\sim +V_2$ の電圧が印加されることが好ましい。また、正帯電トナーを用いる場合には、静電搬送部材100の電極102に対して、トナー供給領域では $0\sim +V_3$ の電圧が、トナー供給領域通過後の領域では $0\sim -V_4$ の電圧が印加されることが好ましい。これらの場合、静電搬送部材100の電極に対して印加する駆動波形を生成する回路にはクランプ回路を含むことが好ましい。

#### 【0064】

実施例3の現像装置12Cにおいて、静電搬送部材122C上のトナーの移動速度 $V_s$ は、静電搬送部材122C上に形成された電極のピッチ（電極幅L+電極間隔R）と駆動周波数で表せる。ここで、静電搬送部材122C上のトナー搬送速度と現像ローラ121の線速が等速になった場合には、静電搬送部材122Cの電極ピッチが搬送されるトナーのムラになって現像ローラ121上に担持されるため、感光体ドラム11上に現像される画像に濃度ムラが発生する。そこで、静電搬送部材122Cのトナー搬送速度と現像ローラ121の線速とが $|V_s| > |V_d|$ とすると、静電搬送部材の電極ピッチをそのまま反映してトナー担持体に担持されることがなく、その速度差により電極ピッチのムラが緩和された状態で飛翔したトナーがトナー担持体に担持される。そこで、ムラの少ないトナー薄層を形成することができ、ムラの少ない高品位な現像をおこなうことができる。

#### 【0065】

また、感光体ドラム11への十分なトナー供給量を確保するため、一般的に感光体ドラム線速 $V_p$ に対して現像ローラ線速 $V_d$ は速く設定される。この感光体ドラム線速 $V_p$ と現像ローラ $V_d$ との線速差 $V_s/V_d$ によって、現像ローラ121上の上記電極ピッチによる薄層ムラによる画像ムラへの影響は緩和される。また、本発明者らは鋭意研究した結果、人間の目には一般的に $20\mu\text{m}$ 以下の濃度ムラは認識され難いことを見いだした。そこで、静電搬送部材122Cの電極ピッチPと、現像ローラ121線速と静電搬送部材122C上のトナー搬送速度との線速比 $V_s/V_d$ と、現像ローラ121線速と感光体ドラム1の表面移動速度 $V_s$ との線速比 $V_d/V_p$ が、 $P / ((V_d/V_p) * (V_s/V_d)) < 20\mu\text{m}$ の関係を満たすものとする。この式は、電極ピッチPの影響は、トナー搬送速度と現像ローラの表面移動速度の線速比、及び、現像ローラと感光体ドラムの線速比により緩和されて画像上 $20\mu\text{m}$ 以下になる条件を示している。よって、この式を満たすことで、画像上視覚的に電極ピッチムラはほとんど認識できないレベルに抑えることができる。具体例として、上記現像装置121で、静電搬送部材122CのピッチP0.18mm、駆動電圧 $-100\text{V}$ 、駆動周波数2.5kHzでトナーを搬送した。また、感光体ドラム11の線速 $V_p$ を $180\text{mm/sec}$ 、感光体ドラム線速 $V_p$ と現像ローラ線速 $V_d$ の線速が1.25として、現像ローラの線速 $V_d$ を $225\text{mm/sec}$ として現像をおこなった。すると、現像ローラ上のトナー付着量が $0.3\sim 0.5\text{mg/cm}^2$ となり、ピッチムラの認識できない、高品位な画像が得られた。



**【0066】**

また、実施例3で使用するトナーはフロー式粒子像測定器で計測した円形度が $>0.96$ を満たすトナーが望ましい。使用するトナーの円形度が $>0.96$ になると静電搬送部材122C上のトナーの移動が安定し、ピッチムラの発生のない画像が形成できる。円形度がそれ以下のトナーでは、トナー搬送速度が大きくなると、静電搬送部材122Cに対する接触面がトナーによって変化してしまい、非静電的付着力に差ができ均一な搬送が困難になり、均一な画像がえられなくなる。図16に画像ムラのランクと感光体線速、球形度の関係を調べたものを示す。ここで、ランク4以上を画像ムラのない良好な画像と判断すると、使用するトナーの円形度が $>0.96$ が好ましいといえる。

**【0067】**

また、図17に示すように、トナー供給領域における現像ローラ121の回転方向（図中矢印b方向）と静電搬送部材122C上のトナー移動方向表面（図中矢印c方向）を順方向としてもよい。また、回収ローラ126上のトナー回収する回収ローラ用クリーニングブレード127を設け、回収ローラ126をクリーニングすると共に、回収したトナーTを静電搬送部材122C上へ搬送しても良い。この場合、現像装置12D内トナーの回収経路を短くすることができ、装置の小型化を図ることができる。

**【0068】**

また、現像ローラ121の回転方向に関して、現像領域より下流でトナー供給領域よりも上流に、現像ローラ121上に残ったトナーの帯電量を変化させるトナー帯電量変更手段を設けても良い。トナー帯電量変更手段としては、現像ローラ121上のトナーの帯電量を変化させることができるものであればよく、特定の構造や材料に限定されるものではない。本実施形態では、芯金ローラの表面側に表面コート層からなる表面部を備えた電荷制御ローラを用いた。この電荷制御ローラは現像ローラ121表面が現像領域からトナー供給領域まで移動する移動経路上で現像ローラ121の表面に対向するように配設されるものである。また、電荷制御ローラの表面部の材料は、現像ローラ121上のトナーの帯電量の変化をもたらすメカニズムに影響する。例えば、現像ローラ121上のトナーの帯電量の変化が電荷注入で行われる場合は、電荷制御ローラ及び現像ローラ121のうち表面部の電気抵抗（体積抵抗率）がより小さいローラから主に電荷注入が行われることになる。また、電荷制御ローラの表面部の材料がトナーと逆極性に帯電する材料である場合は、電荷制御ローラの表面とトナーとの摩擦によってトナーを摩擦帯電することにより、現像ローラ121上のトナーの帯電量を変化させることができる。また、上記電荷制御ローラは、その全体を導電性部材で形成しても良い。この電荷制御ローラは接地してもいいし、トナーの帯電量を変化させるメカニズムに応じてそれぞれ適正な電圧を印加するようにしてもよい。この場合、主に電荷制御ローラからの電荷注入により、現像ローラ121上のトナーの帯電量（極性、絶対値）を変化させることができる。

**【0069】**

このトナー帯電量変更手段によるトナーの帯電量の変化は、現像領域でトナーが消費された消費部分と未消費部分の両方の部分のトナーに対して、これらのトナーがトナー供給領域で静電搬送部材122C側に移動可能な程度まで行われる。従って、この現像ローラ121上の帯電量を変化させたトナーは、トナー供給領域に到達したとき、静電搬送部材122C側に移動して回収される。そして、上記トナーが一旦回収された現像ローラ121の表面には、トナー供給領域に形成されるトナー供給用電界により、静電搬送部材122C上から所定の帯電極性に帯電されたトナーTが移動して供給される。この静電搬送部材122Cから新しく供給された現像ローラ121上のトナーが現像領域に搬送され、感光体ドラム11上の静電潜像の現像に用いられる。従って、現像領域通過後の現像ローラ121の表面に生じたトナー付着量のムラに起因した濃度ムラ、残像等の異常画像を防止することができる。

**【0070】**

以上、本発明を図示例により説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、トナー帯電極性や感光体帯電特性は実施例の場合と逆でも良い。もちろん、静電ア

クチュエータにおいて駆動電極に印加する電圧の極性は、使用するトナーに応じて決められるものである。

【0071】

また、接触現像を行う実施例1、実施例3の静電搬送部材122表層の体積固有抵抗を $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としても良い。また実施例1で球形トナーを使用することもできる。

【0072】

また、少なくとも上述の感光体ドラムと現像装置とを一体に結合して構成し、このプロセスカートリッジを複写機やプリンター等の画像形成装置本体に対して着脱可能に構成しても良い。図18では、感光体ドラム、帯電装置、現像装置及びクリーニング装置6をプロセスカートリッジとして一体に結合して構成し、このプロセスカートリッジ45とした。このプロセスカートリッジ45では、現像ローラ121から離れて飛散したトナーTは感光体ドラム1で回収される。このように、プロセスカートリッジ45内で飛散トナーが回収されるため、機内の汚れが防止できる。

【0073】

さらに、画像形成装置としては、感光体から記録紙に直接トナー像を転写する構成に限らず、中間転写体を介してトナー像を転写する方式でも良い。また、本発明は多色画像あるいはフルカラー画像を形成する装置にも適用できるものである。カラー画像形成装置としては、1つの感光体（潜像担持体）の周囲に複数の現像器を配置したもの、あるいは複数の現像器を回転可能に保持する、いわゆるリボルバ型現像装置を1つの感光体に対して配置する構成でも良い。また、複数の感光体（潜像担持体）を並べた、いわゆるタンデム型のカラー画像形成装置とすることもできる。

【0074】

以上、本実施形態によれば、帯電したトナーが電界の作用によって静電搬送部材から現像ローラへ飛翔して、現像ローラ上で薄層を形成する。よって、従来の現像装置における薄層化部材のような機械的なストレスを受けることがない。よって、トナーの外添剤が母体樹脂に埋没してしまうことがなく、トナーの流動性が低下して凝集することがない。その結果、経時でトナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れ等の画像品質の劣化が長期に渡り抑制することができる。

また、実施例1の現像装置は、現像ローラ上のトナーの薄層を感光体ドラムに接触で供給して潜像を現像するので、直流電界でも潜像に対して忠実な現像が行える。

また、実施例2の現像装置は、現像ローラに交番電界を形成して現像ローラ上のトナーの薄層を感光体ドラムに非接触で供給して潜像を現像するので、現像ローラ及び感光体ドラムの機械的な劣化を低減させることができ、両者の長寿命化を図ることができる。また、交番電界の作用により現像ローラ上の薄層ムラは画像上で目立たなくすることができる。

また、静電搬送部材上のトナーは静電搬送部材の電界の働きによって現像剤供給領域に搬送される。これにより、従来の供給ローラ等によってトナーが攪拌されながら現像ローラに搬送される現像装置のように、トナーを現像剤供給領域に搬送する過程でトナーが機械的なストレスを受けることがない。よって、トナーの流動性低下を防止することができ、トナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れやトナーの供給不良等を防ぐことができる。

また、現像装置内でトナーは、電界の働きによって静電搬送部材上を搬送されるときに静電搬送部材との摩擦によって帯電されている。よって、従来の現像装置のようにトナーの摩擦帯電時に機械的なストレスを受けることがないので、トナーの流動性低下を防止することができる。よって、トナー凝集による帯電量低下に伴う地汚れやトナーの供給不良等を防ぐことができる。また、静電搬送部材上を搬送されながらトナーが帯電されるので、全てのトナーを均一に帯電させることができる。よって、電界の作用のみで現像ローラへ薄層を形成する場合でも、均一にトナーを薄層化することができ、高画質を得ることができる。

また、静電搬送部材にシリコン系樹脂からなる表面保護層を設けた。表面保護膜としてシリコン系の樹脂を用いると、トナーが静電搬送部材上を搬送される際に保護膜表面との

接触により摩擦帯電しやすくなり、十分なトナーの帯電が行える。

また、現像ローラに交番電圧を印加して、現像ローラと静電搬送部材の間に交番電界を形成するので、確実に現像ローラにトナーを供給することができ、現像ローラ上の薄層ムラを抑制することができる。

また、静電搬送部材上のトナー搬送速度と現像ローラ線速とが  $|V_s| > |V_d|$  の関係を満たすようにしている。すると、飛翔するトナーが静電搬送部材上の電極ピッチをそのまま反映して現像ローラに担持されることがなく、速度差により電極ピッチのムラが緩和された状態で現像ローラに担持される。よって、均一なムラの少ないトナー薄層を形成することができ、ムラの少ない高品位な現像を長期に渡って行うことができる。

また、トナーカートリッジから粉体ポンプによりトナーを静電搬送部材へ供給するので、トナーを十分に帯電させることができ、トナー供給能力を向上させて高線速に対応することができる。

ところで、現像領域通過後の現像ローラ表面には、トナーが消費されたトナーの消費部分とトナーが消費されずにそのままトナー薄層が残ったトナーの未消費部分とが存在する。このような状態の現像ローラが、トナー供給領域まで達すると、静電搬送部材上からトナーを供給されるが、現像ローラ上のトナーの消費部分と未消費部分におけるトナー付着量の差を解消することは困難である。そこで、現像ローラの回転方向に関して、現像領域より下流でトナー供給領域よりも上流に、現像ローラ上に残ったトナーを回収する回収手段として現像ローラに当接する回収ローラを設けた。この回収ローラにより現像ローラ上の未消費トナーは回収される。そして、トナー供給領域に到達したとき、上記トナーが回収された現像ローラの表面には、トナー供給領域に形成されるトナー供給用電界により、静電搬送部材から所定の帯電極性に帯電されたトナーが移動して供給される。従って、現像領域通過後の現像ローラの表面に生じたトナー付着量のムラに起因した濃度ムラ、残像等の異常画像を防止することができる。

さらに、回収ローラを導電性にして回収ローラに現像ローラ上のトナーに回収バイアスを印加して、回収効率を向上させることもできる。

また、現像ローラの回転方向に関して、現像領域より下流でトナー供給領域よりも上流に、現像ローラ上に残ったトナーの帯電量を変化させるトナー帯電量変更手段を設けても良い。このトナー帯電量変更手段によるトナーの帯電量の変化は、現像領域でトナーが消費された消費部分と未消費部分の両方の部分のトナーに対して、これらのトナーがトナー供給領域で静電搬送部材側に移動可能な程度まで行われる。従って、この現像ローラ上の帯電量を変化させたトナーは、トナー供給領域に到達したとき、静電搬送部材側に移動して回収される。そして、上記トナーが一旦回収された現像ローラの表面には、トナー供給領域に形成されるトナー供給用電界により、静電搬送部材上から所定の帯電極性に帯電されたトナーが移動して供給される。従って、現像領域通過後の現像ローラの表面に生じたトナー付着量のムラに起因した濃度ムラ、残像等の異常画像を防止することができる。

また、現像剤として球形トナーを使用するので、粒径が均等になり、均一な層厚の現像剤薄層を形成することができる。また、これにより画質を向上させることができる。

さらに、使用するトナーはフロー式粒子像測定器で計測した円形度が  $> 0.96$  を満たすトナーが望ましい。使用するトナーの円形度が  $> 0.96$  になるとトナー静電搬送基板 100 上のトナーの移動が安定し、ピッチムラの発生のない画像が形成できる。円形度がそれ以下のトナーでは、トナー搬送速度が大きくなると、トナー静電搬送基板 100 に対する接触面がトナーによって変化してしまい、非静電的付着力に差ができ均一な搬送が困難になり、均一な画像がえられなくなる。

また、現像ローラ表層の体積固有抵抗が  $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$  以下であるので、経時に渡って帯電能力を維持することが出来る。

また、一般的に画像形成装置では、現像ローラから感光体ドラムへの十分なトナー供給量を確保するため、感光体ドラム線速  $V_p$  に対して現像ローラの線速  $V_d$  を速く設定している。この感光体ドラム線速  $V_p$  と現像ローラの線速  $V_d$  との線速差  $V_s/V_d$  により、現像ローラ上の上記電極ピッチによる薄層ムラの画像ムラへの影響は緩和される。また、

本発明者らは鋭意研究した結果、人間の目には一般的に  $20\mu\text{m}$  以下の濃度ムラは認識され難いことを見いだした。そこで、現像領域において、現像ローラと感光体ドラムが順方向に回転する場合、静電搬送部材の電極ピッチ  $P$  と、現像ローラ線速と静電搬送部材上のトナー搬送速度との線速比  $V_s/V_d$  と、現像ローラ線速と感光体ドラムの表面移動速度  $V_s$  との線速比  $V_d/V_p$  とが、 $P/((V_d/V_p) * (V_s/V_d)) < 20\mu\text{m}$  の関係を満たすものとする。この式は、電極ピッチ  $P$  の影響は、トナー搬送速度と現像ローラの表面移動速度との線速比、及び、現像ローラと感光体ドラムとの線速比により緩和されて画像上  $20\mu\text{m}$  以下になる条件を示している。よって、この式を満たすことで、画像上、電極ピッチムラはほとんど認識できないレベルに抑えることができる。また、現像ローラを感光体ドラムとをトナーを介して接触させて現像する。接触方式では、非接触方式に比べ、現像ローラ上の薄層ムラの影響を受けやすい。そこで、このように現像ローラ速度と静電搬送部材上のトナー搬送速度とに線速差を設け、現像ローラ上の薄層ムラを改善することは高画質化のために非常に有効である。

また、少なくとも上述の感光体ドラムと現像装置とを一体に結合して構成し、このプロセスカートリッジを複写機やプリンター等の画像形成装置本体に対して着脱可能に構成しても良い。このプロセスカートリッジでは、現像ローラから離れて飛散したトナーは感光体ドラムで回収される。このように、プロセスカートリッジ内で飛散トナーが回収されるため、機内の汚れが防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0075】

【図1】 本発明が適用される画像形成装置の一例である電子写真複写機の概略構成図である。

【図2】 接触現像を行う現像装置付近の概略構成図である。

【図3】 静電搬送部材におけるトナー搬送原理を説明するための模式図である。

【図4】 静電搬送部材におけるトナー搬送距離とトナー帯電量の関係を示すグラフである。

【図5】 現像ローラ表面部の体積抵抗率の測定方法を説明するための模式図である。

【図6】 非接触現像を行う現像装置付近の概略構成図である。

【図7】 粉体ポンプの構成を示す断面図である。

【図8】 粉体ポンプによるトナー搬送距離とトナー帯電量の関係を示すグラフである。

。

【図9】 第2実施例における画像形成枚数とトナー帯電量の関係を示すグラフである。

。

【図10】 第3実施例に係る画像形成装置の概略構成図。

【図11】 第3実施例に係るトナー静電搬送基板の概略断面説明図。

【図12】 第3実施例に係るトナー静電搬送基板の平面説明図。

【図13】 第3実施例に係るトナーの静電搬送のメカニズムの説明図。

【図14】 第3実施例に係るトナーの静電搬送のメカニズムの説明図。

【図15】 トナー静電搬送基板の電極幅  $L$ 、電極間隔  $R$  と飛翔にかかわる  $Y$  方向電界の説明図

【図16】 画像形成装置においてトナーの円形度と画像ムラの関係を示す図。

【図17】 第3実施例の変形例に係る画像形成装置の概略構成図。

【図18】 プロセスカートリッジの概略構成図。

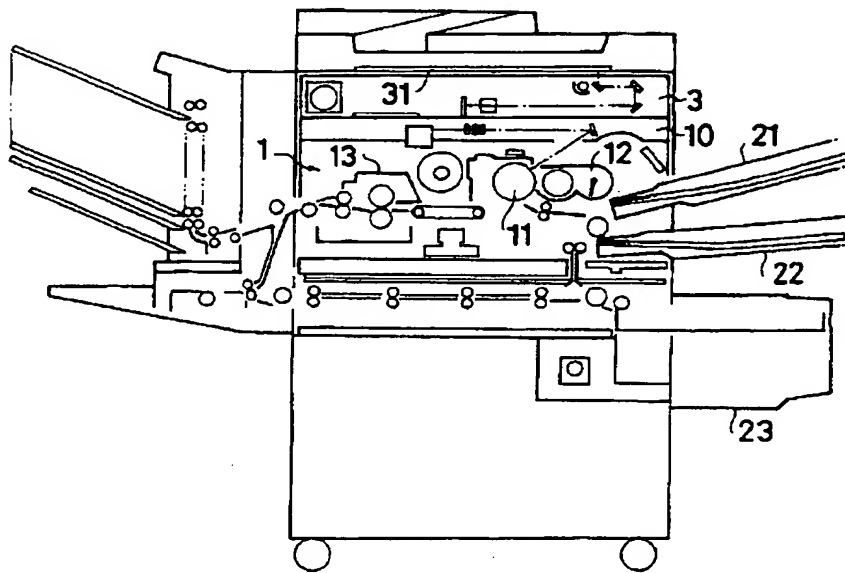
#### 【符号の説明】

##### 【0076】

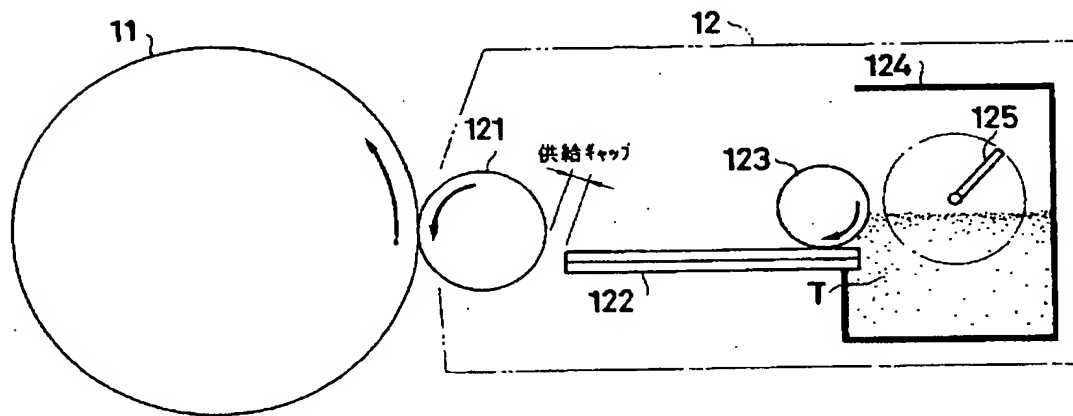
- 2 帯電器
- 5 転写装置
- 6 クリーニング装置
- 11 感光体ドラム (潜像担持体)
- 12, 12B, 12C, 12D 現像装置

1 0 1	ベース基板
1 0 3	保護層
1 2 1	現像ローラ（現像剤担持体）
1 2 2, 1 2 2 B、1 2 2 C	静電搬送部材
1 2 3	供給ローラ
1 2 4	ホッパ
1 2 5	アジテータ
1 2 6	回収ローラ
1 6 4、1 0 2	電極
1 6 5	固定子
4 0	粉体ポンプ
5 0	トナーカートリッジ
4 1	ロータ
4 2	ステータ
4 5	プロセスカートリッジ

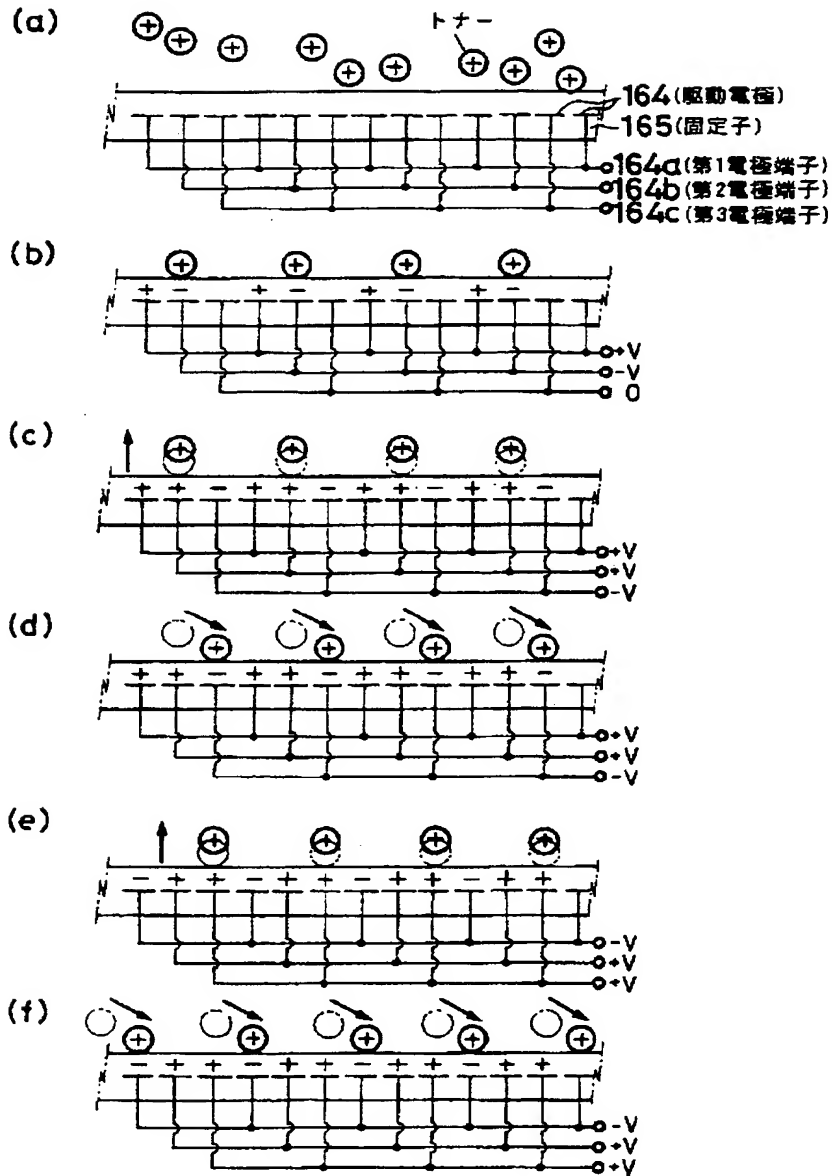
【書類名】 図面  
【図 1】



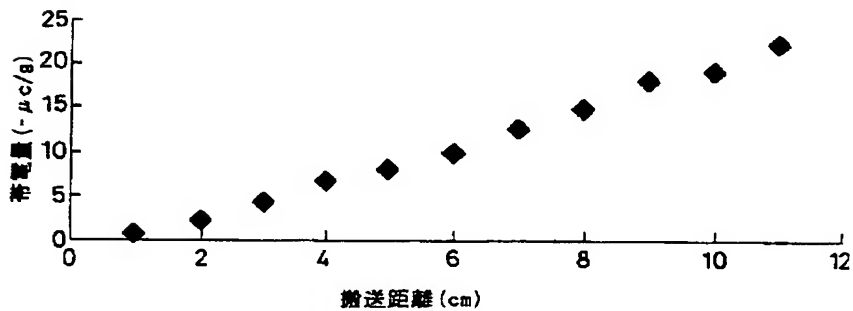
【図 2】



【図 3】

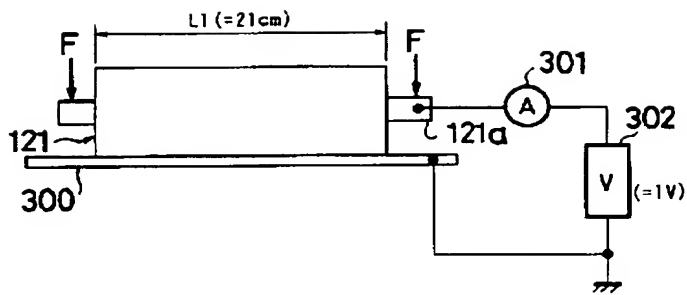


【図 4】

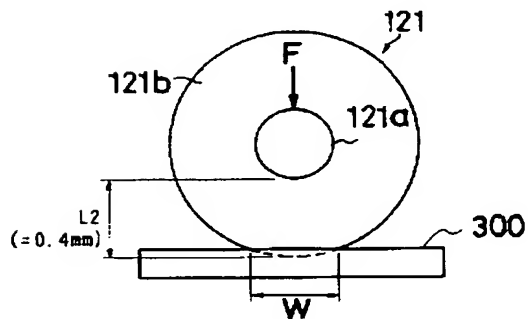


【図 5】

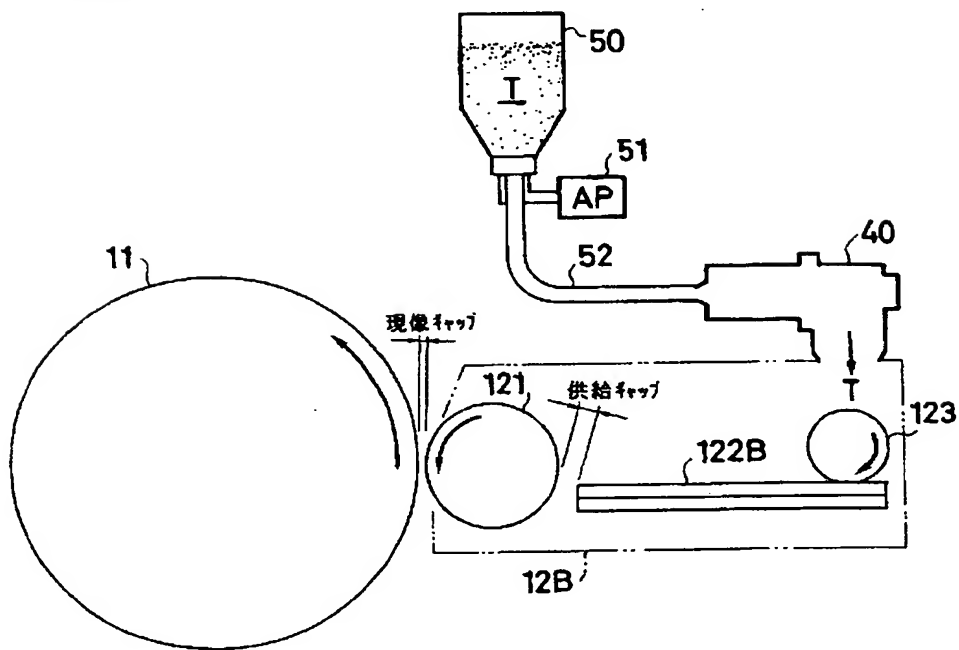
(a)



(b)

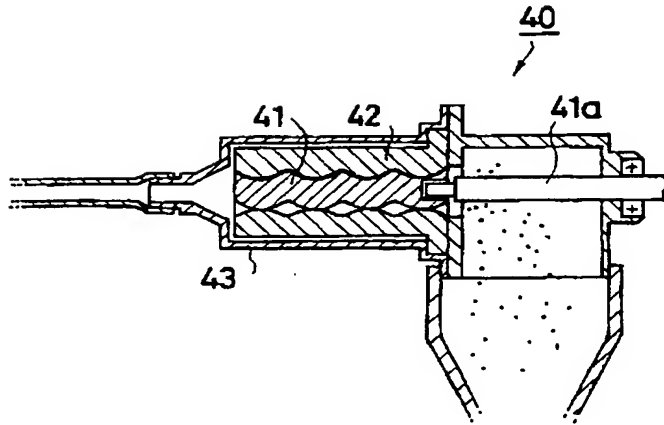


【図 6】

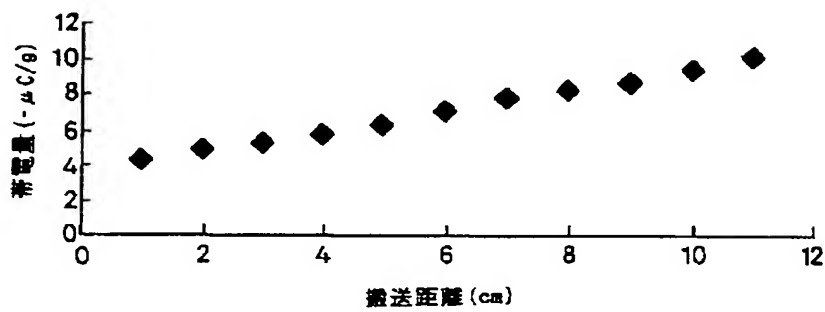




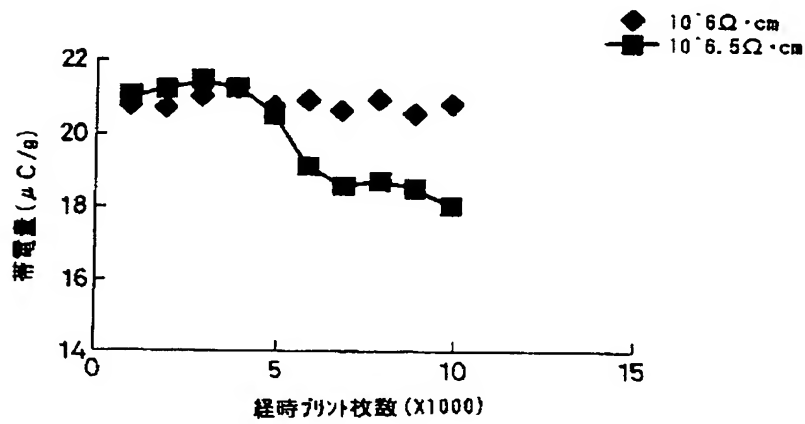
【図 7】



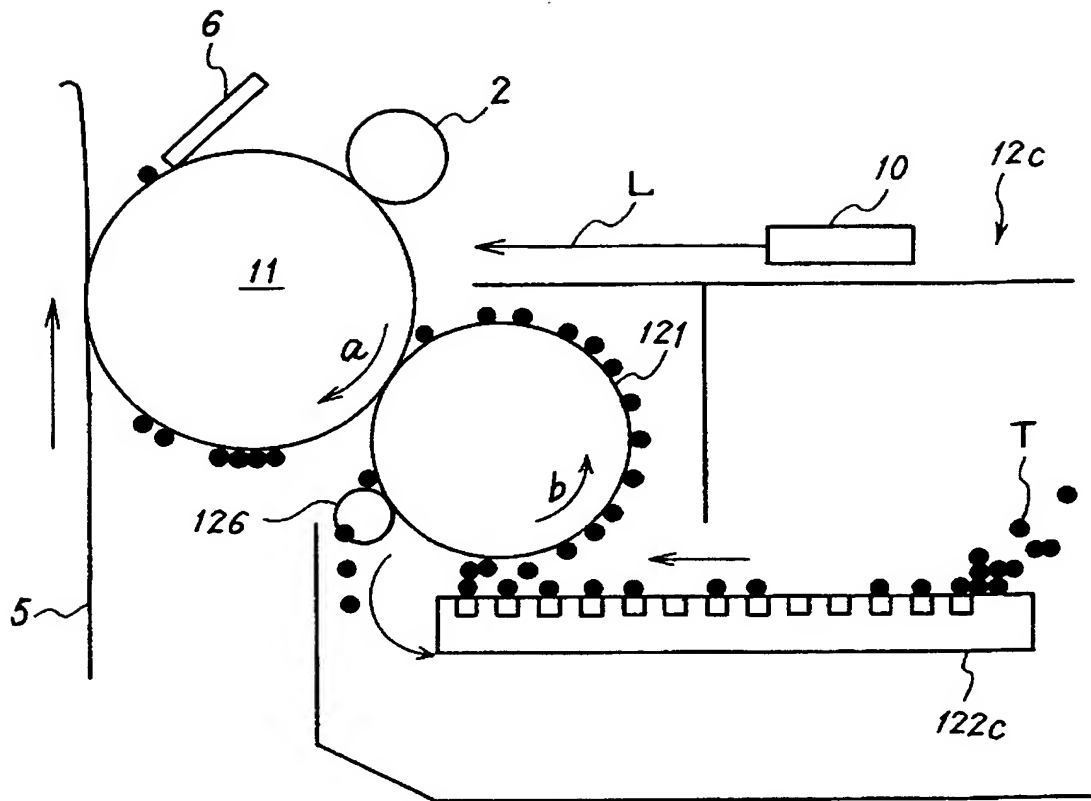
【図 8】



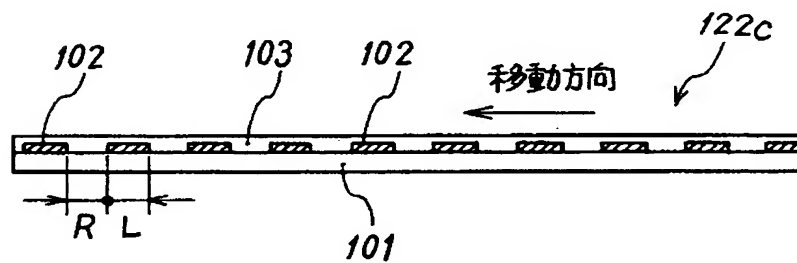
【図 9】



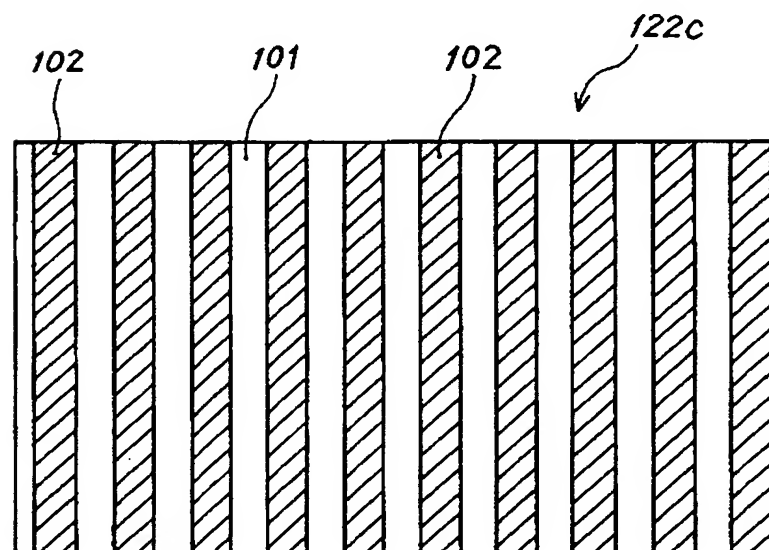
【図 10】



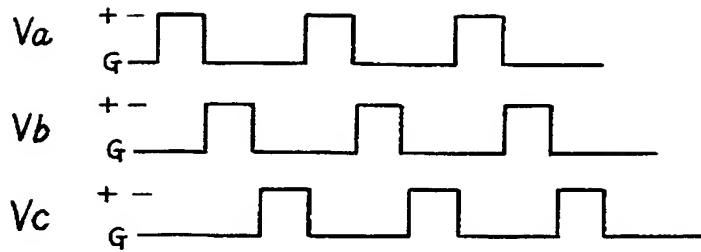
【図 11】



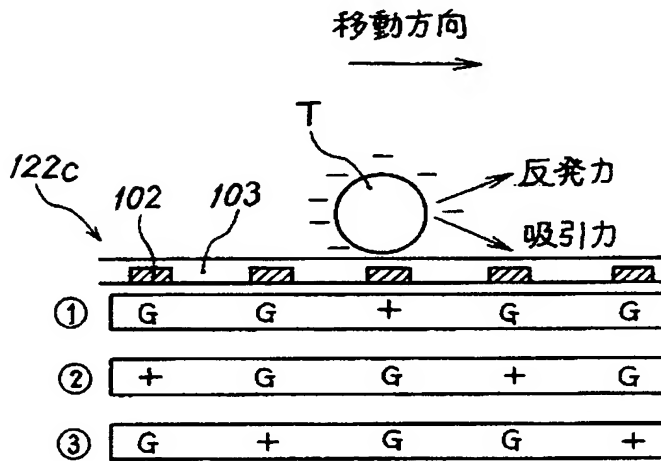
【図 12】



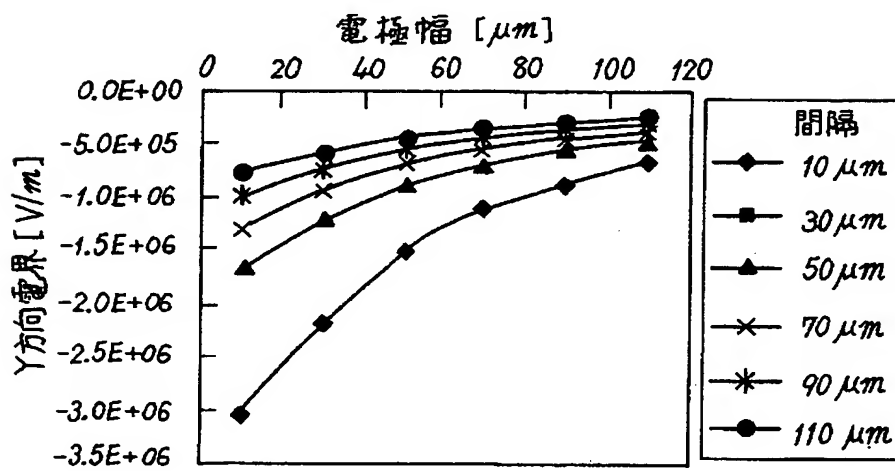
【図 13】



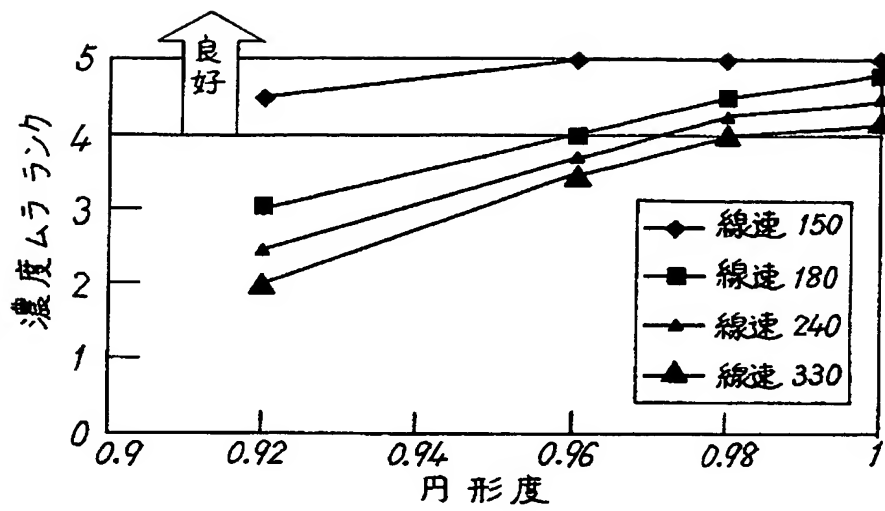
【図 14】



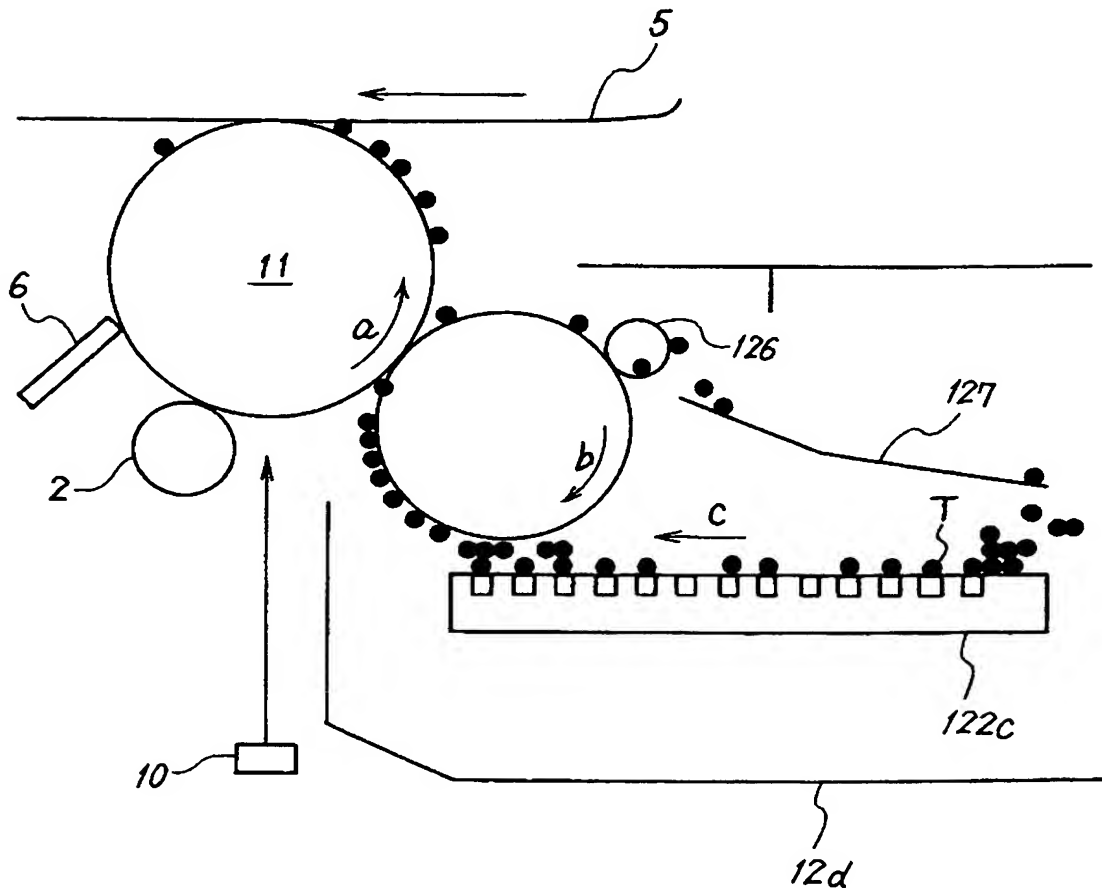
【図 15】



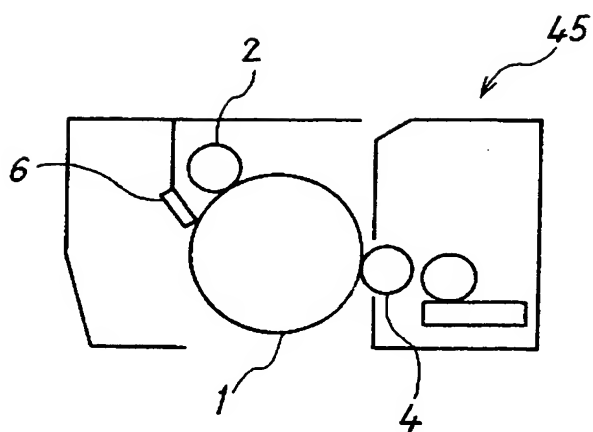
【図 16】



【図 17】



【図 18】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 現像装置でトナーが受ける機械的ストレスを低減させ、トナーの均一な帯電及び現像剤担持体上に均一な薄層を形成して画像品質を向上させる。

**【解決手段】** ホッパ 1 2 4 内に収納したトナー T を供給ローラ 1 2 3 により静電搬送部材 1 2 2 に供給する。静電搬送部材 1 2 2 の静電アクチュエータの作用によりトナーを搬送しながら帯電させ、現像ローラ 1 2 1 にトナーを供給する。現像ローラ 1 2 1 では電界の作用によりトナー薄層が形成される。ドクターブレード等の層厚規制部材を用いずにトナーを帯電させ、かつトナー薄層を形成するので、トナーに与える機械的なストレスを低減させる。

**【選択図】** 図 2

特願 2 0 0 4 - 0 1 3 8 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 5 月 1 7 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
氏 名	株式会社リコー